

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-196005
 (43)Date of publication of application : 07.08.1989

(51)Int.CI. G02B 6/12

(21)Application number : 63-318683 (71)Applicant : COMMISS ENERG ATOM
 (22)Date of filing : 19.12.1988 (72)Inventor : VALETTE SERGE

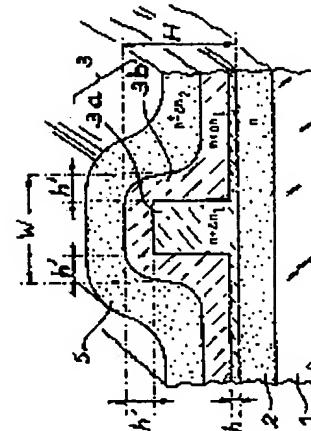
(30)Priority
 Priority number : 87 8718155 Priority date : 24.12.1987 Priority country : FR

(54) PRODUCTION OF OPTICAL MICROGUIDE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the occurrence of surface defects by depositing a second intermediate layer by a material having the same refractive index as the refractive index of an intermediate layer on this intermediate layer.

CONSTITUTION: The intermediate layer 3a of the refractive index $n+\Delta n_1$ and thickness $H-h'$ is deposited on the first layer 2 having the refractive index (n) and the first intermediate layer 3a is partially etched to the form of the pattern of width $W-2h'$ until the etched part has a thickness (h). Next, the second intermediate layer 3b consisting of the material having the same refractive index as the refractive index of the layer 3a and the thickness h' over the entire part is deposited. The thickness $h+h'$ is sufficiently smaller so as not to contradict with the operation of a microguide. Next, the layer 5 of the material having the refractive index $n+\Delta n_2$ below the refractive index of the layers 3a and 3b is deposited above the second intermediate layer 3b, by which the optical microguide is completed. As a result, the etching defects of the first intermediate layer 3a exist at the intermediate surfaces between the intermediate layers 3a and 3b, and therefore, the defects are decreased. Since the two intermediate layers have the same refractive indices, the change in the refractive indices is zero.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

⑪ 公開特許公報 (A) 平1-196005

⑤Int. Cl.
G 02 B 6/12

識別記号

府内整理番号
M-7036-2H
N-7036-2H

⑩公開 平成1年(1989)8月7日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全7頁)

⑪発明の名称 光マイクロガイドの製造方法

⑫特 願 昭63-318683

⑬出 願 昭63(1988)12月19日

優先権主張 ⑭1987年12月24日 ⑮フランス(FR)⑯87 18155

⑭発明者 セルジュ・ヴァレット フランス国、38100 グルノーブル、リュ・デ・オー・ク
レール 41⑮出願人 コミツサレ・ア・レナ フランス国、75015パリ、リュ・ド・ラ・フェデラシオン
ジイ・アトミツク 31/33

⑯代理人 弁理士 佐々木 清隆 外3名

明細書

1. 発明の名称

光マイクロガイドの製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 基板上に次の順序で配置される、屈折率 n の第1層(2)、屈折率 $n + \Delta n_1$ の第2ガイド層(3)および前記2つの層を被覆する屈折率 $n + \Delta n_2$ の第3層(5)からなり、 $\Delta n_2 < \Delta n_1$ または $n - \Delta n_2$ である多層堆積により低光伝播損失を有する光マイクロガイドの製造方法において、前記第2ガイド層(3)が2つの連続工程において堆積され、その第1堆積工程について、第1中間層(3a)のマスクしてない部分が前記第1層と n に等しい前記第1中間層との間に配置された中間面から計算されかつ前記第1層と前記第2層との間に選しないようなエッティング精度と予盾のない厚さを有するため、適度なマスクによる前記第1中間層の部分エッティングが行なわれ、第2堆積工程が前記第1中間層と同一の屈折率 $n + \Delta n_1$ を有する材料からなる第2中間層(3b)を堆積しかつ前記第1中間層

のエッティング欠陥を再生しないような高さ n だけ前記第1中間層の上方にあり、前記第2層のエッティングされた部分の全体の厚さ $n + \Delta n$ がマイクロガイドの作動と予盾のないようにすべきであることを特徴とする光マイクロガイドの製造方法。

(2) 前記基板はシリコンからなりかつ前記3つの層はシリカからなり、前記第1および第3層が同一屈折率 n を有しかつ前記第2層がドーピングされかつ屈折率 $n + \Delta n_1$ を有し、 Δn_1 は約 5×10^{-3} で、 n は前記第1中間層の厚さの約5%でありかつ Δn は $0.5 \sim 2 \mu m$ の間であることを特徴とする請求項1に記載の光マイクロガイドの製造方法。

(3) 前記3つの層を構成する材料が以下の三つ組の材料、すなわち、

SiO_2 , ドーピド $^{+} SiO_2, SiO_2$;

ドーピド $^{-} SiO_2, SiO_2$, ドーピド $^{+} SiO_2$;

SiO_2 , Si_3N_4 , SiO_2

SiO_2 , ZnO , SiO_2 ;

SiO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 ;

SiO_2 , $SiON$, SiO_2

の中から選ばれることを特徴とする請求項1に記載の光マイクロガイドの製造方法。

(4) 前記光ガイド層は実質上その高さHに等しい幅Wを有することを特徴とする請求項1に記載の光マイクロガイドの製造方法。

(5) 前記ガイド層の材料はチツ化ケイ素 Si_3N_4 または酸化亜鉛 ZnO の中から選ばれ、前記ガイド層の高さHは $0.05 \sim 0.2 \mu m$ の間でありかつその高さは $0.02 \sim 0.08 \mu m$ の間であることを特徴とする請求項3に記載の光マイクロガイドの製造方法。

(6) 前記構造は前記第3被積層上への吸収層の堆積によつて完成されることを特徴とする請求項1に記載の光マイクロガイドの製造方法。

5. 発明の詳細な説明

本発明は、電磁エネルギーが閉じ込められかつ電磁界の固有モードにしたがつて流れかつマイクロガイドの寸法および屈折率および運ばれる電磁放射の波長に依存する構造である光マイクロガイドの製造方法に関するものである。

空蒸発によつて得られる多層構造に関する。

さらに、一般的な用語において、複数の層が同一基本成分、例えばシリカを有するとき、屈折率の差を有するために、公知の方法を使用してドーピングが1つ、幾つかまたはすべての層について行なわれる。この公知の方法のうち反応ガスの存在中の化学反応、イオン注入およびイオンまたは種々の原子の拡散の使用に言及することができる。

本発明の理解のために、まず、 SiO_2 から製造されるマイクロガイドを例として取る通常の光マイクロガイドの製造方法を説明しつつその後このようないマイクロガイドの、本発明による方法によつて除去されることができる欠点について言及する。

かかる公知の製造における種々の連続工程を示す第1図ないし第5図を参照してマイクロガイドの分野における従来技術を説明する。

第1図は例えばシリコン基板1を暗示しており該基板1上にはまた公知の方法で、2つの連続シ

明らかなように、用語「光ガイド」は可視光に限定されずかつまた赤外線または紫外線に拡することができる。

光マイクロガイドの主たる特性は、最小の光損失で、言い換えれば入口に注入された電磁エネルギーに出来るだけ近い電磁エネルギーを出口に復帰させることである。

マイクロガイドの中、本発明はとくに多重コーティングまたは層の堆積によつて製造されるマイクロガイドに関する。これらのマイクロガイドは少なくとも3つの重疊された材料層を有し、その1つ(3層の場合の中心層)は他の2つの層より高い屈折率を有し、前記層は以下の明細書においてガイド層として言及される。これらの種々の層は公知の方法において、例えば、とくに SiO_2 の場合にプラズマ補助化学蒸気堆積(PECVD)またはとくにチツ化ケイ素 Si_3N_4 の場合において、火炎加水分解および低圧化学蒸気堆積(LPCVD)のとき他の化学蒸気堆積法によつて製造される。本発明はまた、カソードスパッタリングまたは真

リカ層、すなわち、例えば第1の普通的シリカ層2および第2のドーピングしたシリカ層3が堆積される。シリカ層3はシリカ層2より高い屈折率を持たねばならず、シリカ層3はシリカの屈折率の増大を可能にしつつ例えりん、ゲルマニウムまたはチタンによつて構成されるドーパントによつてドーピングされる。さらに、シリコン基板1はガラスまたはシリカ基板、またはこれらの堆積がその上になされることができるいすれの材料からなる基板によつても置き換えられることができ

る。

マイクロガイドの製造の公知の次の工程は第2図において見ることができる。第2図においては上述した層1、2および3を見ることができそしてシリカ層3の表面に幅Wの帯状の形で実施されかつ次に起るシリカ層3のエッティングを許容する保護マスク4が設けられる。このマスクを構成する材料はとくに感光性樹脂または金箔からなることができる。

第3図に示される次の工程は、矩形のドーピン

グされたシリカ層3の形のマイクロガイドの実際のガイド層に至る保護層4を通してドーピングされた SiO_2 層3をエッティングすることからなり、その後マスクは除去される。

第1図、第2図および第3図において、層2は屈折率 n をかつ層3は屈折率 $n + \Delta n_1$ を有する。

第4図には製造の最終工程が示され、この工程は第3図の完全な構造を $\Delta n_2 < \Delta n_1$ である屈折率 $n + \Delta n_2$ またはこの場合に $\Delta n_2 < \Delta n_1$ または $\Delta n_2 > \Delta n_1$ である屈折率 $n - \Delta n_2$ のシリカ層5で被覆することからなる。通常、シリカ層2および5は同一屈折率 n をかつマイクロガイド3は屈折率 $n + \Delta n_1$ を有する。必須の点はガイド層として有效地に役立つ層3により、該層3が、電磁光波の求められるトラッピングを引き起すように、層2の屈折率および層5の屈折率より高い屈折率を有するということである。言い換えれば、層2および5はドーピングされないシリカ層にすることができるかまたはそれらがドーピングされたシリカ層であるならば、それらはマイクロガイドを構成

ならびにエッティング条件(反応イオンエッティングの間中使用されるガスの性質、化学エッティングの間中使用される化学エッティング溶液の性質)に応じてかつマスク4を製造するのに使用される保護材料の型の結果として変化することができる層2および3の表面欠陥を導く。他方において、ガイド層3の大きさ w の減少は案内されるモードに向かう装置の作動の誤謬を導き、そのガイド層の全反射数が増大する。したがつて前述した表面欠陥とのより多くの相互作用かつしたがつて光学的損失の相対的増大がある。

前に言及された従来技術の表面欠陥を示すために、第4図の構造と同一の構造を示す第5に図を参照する。第5図にはガイド層3の横面および層2と5との間の中間面にわたつて分布される波状起伏が前記通りの層間の接合不規則性を現わしかつ前述された方法により得られる最終結果を示す。

本発明はとくに多層堆積によりより低い光伝播損失を有そして簡単でかつ有効な方法により、第5図に示された上述したエッティング欠陥の結果

する層3より弱くドーピングされねばならない。層2および5はまた、シリカの屈折率の減少を可能にするホウ素またはフッ素のごときドーパントによつてドーピングされたシリカ層にすることができるそしてこの場合に層3は普通のシリカからなることができる。

このようにして製造された光マイクロガイドはそれらの構成にしたがつて変化するが、しばしば幾つかの用途には高過ぎる強度での光伝播損失を有する。とくに、このようなマイクロガイドの損失はガイド層3の幅 w が減少するときかつガイド層と隣接層との間の屈折率の差 Δn_1 が数 10^{-3} であるときかなり増大し、損失は w が $5 \sim 6 \mu m$ の値に等しいかまたはそれ以下であるとき非常に迅速に増大する。

この損失の顕著な増大の理由は知られておりかつ以下の2つの主たる原因を有する。一方で、ガイド層をエッティングするための方法は使用されるエッティング方法(イオンエッティング、反応イオンエッティング、化学エッティング等)の結果として、

の重要さの最小化を可能にする光マイクロガイドの製造方法に関する。

したがつて、本発明は、基板上に次の順序で配置される、屈折率 n の第1層、屈折率 $n + \Delta n_1$ の第2ガイド層および前記2つの層を被覆する屈折率 $n + \Delta n_2$ の第3層からなり。 $\Delta n_2 < \Delta n_1$ または $n - \Delta n_2$ である多層堆積により低光伝播損失を有し、第2ガイド層が2つの連続工程において堆積され、その第1堆積工程において、第1中間層のマスクしてない部分が第1層とともに等しい第1中間層との間に配置された中間面と反対にされかつ第1層と第2層との間の中間面に達しないようをエッティング精度と予盾のない厚さを有するために適宜なマスクによる第1中間層の部分エッティングが行なわれ、第2堆積工程が第1中間層と同一の屈折率 $n + \Delta n_1$ を有する材料からなる第2中間層を堆積しかつ第1中間層のエッティング欠陥を再生しないような高さ w' だけ第1中間層の上方にあり、第2層のエッティングされた部分の全体の厚さ $w + w'$ がマイクロガイドの作動と予盾のないようにす

べきであることを特徴とする光マイクロガイドの製造方法に関する。

言い換れば、厚さ $\Delta + \Delta'$ は前記領域に多分案内される光エネルギーが伝播することができないために比較的小さくしなければならない。これは厚さ $\Delta + \Delta'$ がこのようにして形成された平面ガイドに関連する透断厚さより少ないか、または前記平面ガイドの案内されるモードに関連する束の間の波が基板が作動波長に対して透明でないならば基板によつて吸収されることができるかまたは層5の上方の完成された構造に計画的に堆積された吸収(金属)層によつて吸収されることを意味する。

かくして、本発明による方法は、同一とみなすことができかつ最小にすることが望まれるエッティング欠陥(明らかに層3 α のマスクされた部分上以外)によつて分離される同一屈折率の2つの重複された中間層に対応する2つの連続工程における第2ガイド層3 α の製造に本質的に基礎が置かれる。

本発明によれば、層3 α の第1エッティング工程は

第6図ないし第9図に関連して説明される実施例において、基板1は例えばシリコンからかつ層2、3 α 、3 β および5はシリカ SiO_2 からなり、層2および5は屈折率 n をかつ中間層3 α および3 β は屈折率 $n + \Delta n_1$ を有する。これは、明らかのように、本発明の実施のとくに興味のある場合であるが、後で示されるように、他の三つ組の材料またはドーピングもまた本発明の特別な用途の場合の結果として使用されることができる。

第6図はシリコン基板1を示し、この上に屈折率 n の第1シリカ層2および屈折率 $n + \Delta n_1$ の第1中間層3 α が堆積される。層3 α は適宜なマスクを通して公知の手段によつて部分的にエッティングされている。層2と層3 α 間の中間面から計算して、層3 α のエッティングされた部分の残りの厚さは Δ に等しい。記載された特別な場合において Δ の値は、例えば $0.1 \sim 0.5 \mu m$ の間にあることができる。本質は先行のエッティングの間中間層2と3 α 間の中間面に達しないようにすることである。堆積の不均質性を考慮して、この型のエッティング

層2の表面の上方の高さ Δ において停止される第1中間層3 α のエッティング工程であり、前記中間層3 α のエッティングされた表面は従来技術の層2および3と同一の欠点を有している。

本発明によれば、中間層3 α 上に該中間層3 α と同一の屈折率 $n + \Delta n_1$ を有する材料において第2中間層3 β を堆積することにより前記した表面欠陥に打ち勝つことができる。この第2中間層3 β は、表面欠陥を再生することなしに、中間層3 α および3 β の中間面において配置されたエッティング欠陥を吸収するように適切な厚さ Δ' によつてドーピングされ、厚さ $\Delta + \Delta'$ はマイクロガイドの作動と予盾しないよう十分小さい。

最後に、上述した構体は、第1図ないし第5図に記載された従来技術における層5による場合のように、中間層3 α および3 β の屈折率以下の屈折率を有する層5によつて被覆される。

以下に、本発明をこれによるマイクロガイドの製造方法の非限定的な実施例に関連してかつ添付図面に関連して詳細に説明する。

の精度は層3 α の厚さのほほ5%であり、その結果第1中間層3 α の厚さが5 μm に等しいとき Δ を0.25 μm に等しい値に選ぶことができる。

第6図は第1中間層3 α のエッティング済み領域上にこの工程において存在する必然的な表面欠陥を描写的な起伏によつて略示する。

第7図はそこで第1中間層3 α の屈折率と同一の屈折率からなりかつ第1中間層を高さ Δ' だけ被覆する材料を堆積する第2工程を示す。記載された例において、前記第2中間層3 β は、第1中間層3 α と同様に、ドーピングされかつ屈折率 $n + \Delta n_1$ を有するシリカ SiO_2 から作られる。厚さ Δ' の選択は2つの対向する要求間の妥協、すなわち第1中間層3 α の表面欠陥を吸収しかつ削除するのに適するような Δ' の要求およびマイクロガイド3の作動と予盾しないために高過ぎない $\Delta + \Delta'$ の要求から結果として生じる。本例の場合に、厚さ Δ' は0.5~2 μm の間でありかつ Δn_1 は約 5×10^{-3} である。第1中間層3 α のエッティング済み部分の高さ Δ は第1中間層3 α の厚さの約5%で

ある。

最後に、第8図は、その厚さが一般に数μmである第4図に関連して記載された型と同一の型シリカ層5の最終堆積からなる最後の製造工程を示し、それに関連する主たる要求は案内されるモードと関連する束の間の波の深さより厚いという要求から生じる。

第9図を参照して、その寸法が幅Wでかつ高さHであるガイド層を製造することが望まれるとき本発明による方法の実施のための実際の製作について説明する。第9図から推測されることができるように、必要な作業は、

- (a)屈折率nの第1層2上に屈折率n+Δn₁および厚さH-h'の中間層3aを堆積し；
- (b)エッティング深み部分が厚さhを有するまで幅W-2h'のバーナーの形で屈折率n+Δn₁の材料からなる第1中間層3aを部分的にエッティングし；
- (c)層3aの屈折率と同一屈折率を有しかつ全体の厚さh'の材料からなる第2中間層3bを堆積し；
- (d)第2中間層3bの上方の層3aおよび3bの

挿入されるチッ化ケイ素Si₃N₄または酸化亜鉛ZnOであるとき、ガイド層の高さHを0.05～0.2μmの間の値に、厚さhを0.02～0.08μmの値に選ぶことが有利であり、屈折率の差Δn₁はほぼ0.55である。

本発明による製造方法の中、以下について注目されるべきである。

(a)明らかに必然的である第1中間層3aのエッティング欠陥の意義は、中間層3aおよび3b間の中間面にあるため、被じられ、2つの中間層が同一の屈折率を有するため、屈折率変化はゼロである。

(b)ガイド層3は丸味を付けた角度および本発明による方法によつて得られるマイクロガイドと先行の単モード光ファイバとの間の容易な結合を許容する円形対称を有する単モード光ファイバの外観に近い案内されたモード外観を有する。

(c)ガイド層の一定の高さHのために、実施されるべきエッティングの深さは決して無視し得ない時間節約および被じられたフレームの汚染を導く從

屈折率以下の屈折率n+Δn₂を有する材料の層5により先行の堆積からなる構体を完成することからなる。

本発明によれば、これら3つの層2, 3および5を構成する材料は以下の三つ組から選ばれることができる。すなわち、

SiO₂, ド-ブド⁺ SiO₂, SiO₂ ;
ド-ブド⁻ SiO₂, SiO₂, ド-ブド⁻ SiO₂ ;
SiO₂, Si₃N₄, SiO₂ ;
SiO₂, ZnO, SiO₂ ;
SiO₂, Si₃N₄, Al₂O₃ ;
SiO₂, SiON, SiO₂

である。

これらの例において、層3の中間層3aおよび3bは同一の性質からなる。

さらに、用語「ド-ブド⁺」は基本材料の屈折率の増大を導くド-ビングをして「ド-ブド⁻」は基本材料の屈折率の減少を導くド-ビングを意味するものと理解される。

ガイド層を構成する材料が2つのシリカ層間に

来方法において必要なエッティング深さに対応するHの代りに、H-h-h'のみである。

本発明の好適な実施例によれば、光ガイド層は光ガイドが光ファイバと結合された形において使用される場合においてとくに適切な選択であるその高さHにほぼ等しい幅Wが付与される。

第10図は厚さh+h'の平面ガイドにおいてマイクロガイド（そのガイド層が厚さHからなる）の外部の寄生光の伝播を阻止するために、相補的凹吸層6、例えば金属性の使用を示す。このような層の厚さは、従来技術においてh+h'=0かつしたがつて光がその結果として存在しない平面ガイド内に伝播しないことができる範囲に、本発明と関連づけられる。

例えば金属性吸層6は、厚さh+h'の平面ガイド7の上方の、第10図の左右に配置された領域6aに制限されることができるか、または少しも制限されないかも知れずかつその場合に連続である。後者の場合には、明らかに、ガイド層3の上に垂れ下がつているSiO₂層5の厚さは前記ガイ

ド層3内に案内された光が吸収層6に吸収されないと仮定される。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図、第3図、第4図および第5図
は公知の製造方法の種々の工程を示す概略図。

第6図は光マイクロガイドのドーピングした第1中間層の堆積を示す概略図。

第7図は光マイクロガイドの第2中间槽の堆積を示す概略図。

第8図は光マイクロガイドを被覆する第3層の構造を示す概略図。

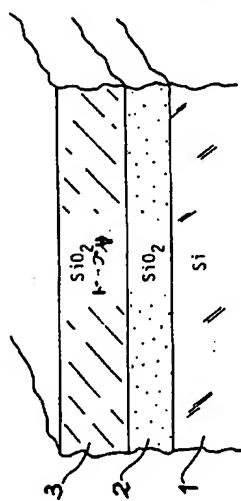
第9図は幅 γ および高さ H のガイド版の製造への本発明による方法の適用を示す概略図。

第10図は第8図および第9図の構造に脚連して相補的金属吸収層の堆積を示す焼略図である。

図中、符号1は基板、2は第1層、3は第2ガード層、3a, 3bは第1および第2中間層、5

は第3層、6は吸収層である。

代理人弁理士佐々木清隆
(外3名)



一
三

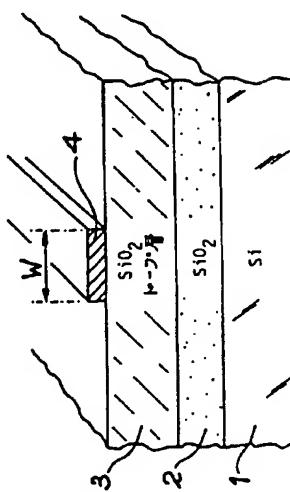
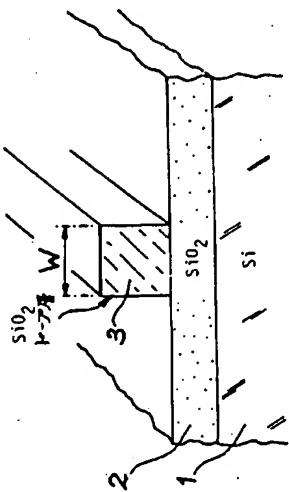


FIG. 2



三
四

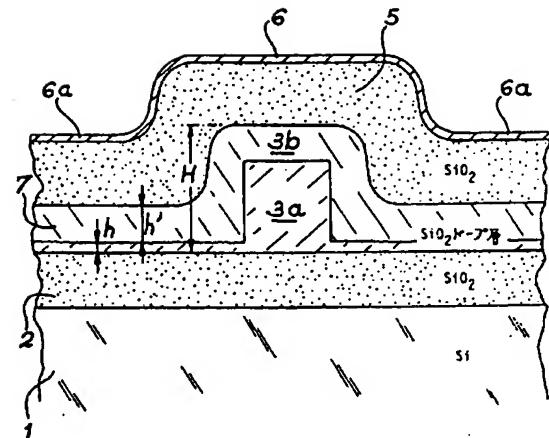


FIG. 10.

FIG. 4

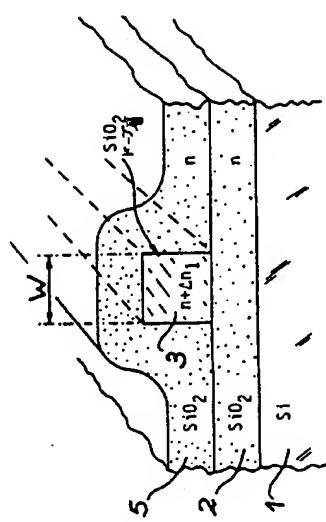


FIG. 5

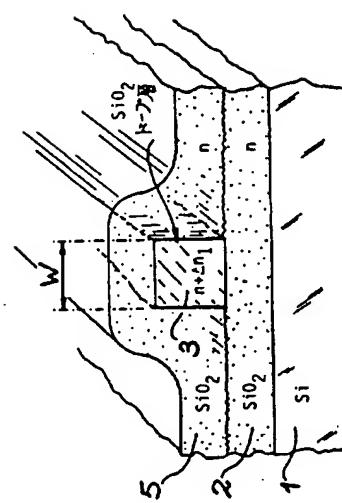


FIG. 6

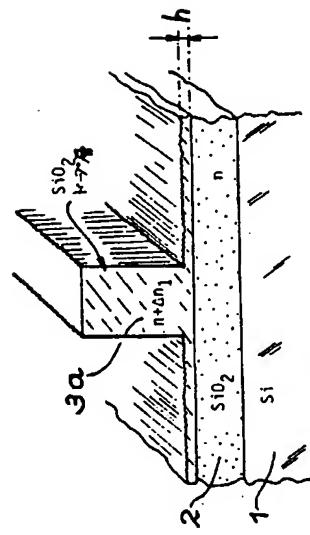


FIG. 7

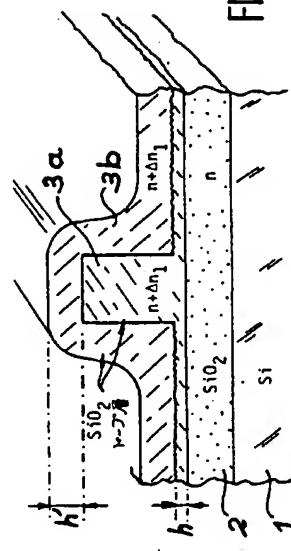


FIG. 8

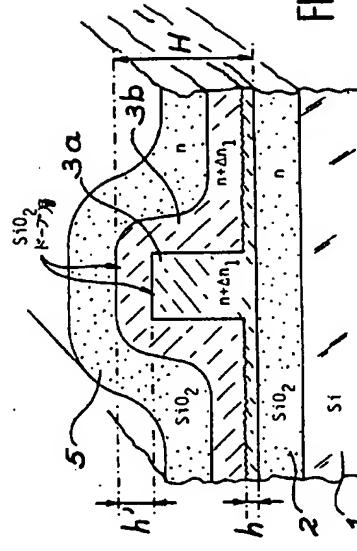


FIG. 9

